

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The photo mask characterized by having the configuration where the glass section or the phase-shifter section of a photo mask was etched by the steam of the solution which uses a fluoric acid steam or fluoric acid as a principal component, and the cross section of the etching section overhung.

[Claim 2] The photo mask characterized by the glass section or the phase-shifter section of a photo mask being etched in claim 1 by the system which added the steam.

[Claim 3] The photo mask characterized by being processed under reduced pressure in claim 1.

[Claim 4] The photo mask characterized by being a phase photo mask in claim 1.

[Claim 5] The photo mask with which said phase shift photo mask is characterized by being a REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask in claim 4.

[Claim 6] It sets to claim 4 and said phase shift photo mask is SiO₂. Photo mask characterized by being the bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type which uses a system ingredient as a phase-shifter layer.

[Claim 7] It sets to claim 6 and is SiO₂. Photo mask characterized by having held the high selection ratio with a lower layer, and being etched when etching a system phase-shifter layer.

[Claim 8] The manufacture approach of the photo mask characterized by giving the configuration where it overhung in the cross section of the etching section by etching the glass section or the phase-shifter section of a photo mask with the steam of the solution which uses a fluoric acid steam or fluoric acid as a principal component.

[Claim 9] The manufacture approach of the photo mask characterized by etching the glass section or the phase-shifter section of a photo mask in claim 8 by the system which added the steam.

[Claim 10] The manufacture approach of the photo mask characterized by processing under reduced pressure in claim 8.

[Claim 11] The manufacture approach of the photo mask characterized by a photo mask being a phase shift photo mask in claim 8.

[Claim 12] The manufacture approach of a photo mask that said phase shift photo mask is characterized by being a REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask in claim 11.

[Claim 13] It sets to claim 11 and said phase shift photo mask is SiO₂. The manufacture approach of the photo mask characterized by being the bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type which uses a system ingredient as a phase-shifter layer.

[Claim 14] It sets to claim 13 and is SiO₂. The manufacture approach of the photo mask characterized by realizing a high selection ratio with a lower layer in case a system phase-shifter layer is etched.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About a photo mask and its manufacture approach, by etching the glass section or the phase-shifter section with HF (fluoric acid) steam, especially this invention gives the configuration where it overhung in the cross section, and relates to the photo mask which adjusts the amount of transmitted lights of the part which carried out dry etching of the quartz substrate section thru/or the phase-shifter section, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, detailed-ization is further required also of the reticle used for the circuit platemaking with high integration of a semiconductor integrated circuit. For example, when DRAM which is typical LSI is mentioned as an example, the line breadth of the pattern of the device imprinted using these reticles is as detailed as 0.5 micrometers in current 16MbDRAM(s). Furthermore, it is already coming for the detailed platemaking of 64MbDRAM to the limitation by the exposure method using the conventional stepper, and in order to meet such a demand, the various exposing methods etc. are studied. A phase shift photo mask is also one of them, and since it is possible to raise resolution also by the current stepper when it is used, the development also prospers and, recently, it is introduced into device production.

[0003] As a sectional view being shown in drawing 6 (a) as a phase shift photo mask, The configuration which forms the protection-from-light layer 2 which is a pattern repeatedly, and carved the transparence substrate 1, of the tooth-space section 3 in every other piece by the half-wave length by phase contrast on the quartz substrate 1. The phase shift photo mask of the quartz substrate engraving lump mold belonging to the bottom shifter mold of a REBENSON type (JP,62-189468,A), Or as a sectional view is shown in drawing 6 (b), they are the etching stop layer 4 and SiO₂ on the quartz substrate 1. The phase-shifter layers 5, such as a system, and the protection-from-light layer 2 which is a pattern repeatedly are further formed on it. Development of the bottom shifter mold phase shift photo mask of the REBENSON type of a configuration of having carved the phase-shifter layer 5 of the tooth-space section 6 in every other piece etc. is performed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the case of the phase shift photo mask of the bottom shifter mold of a REBENSON type, it is designed so that the quartz substrate of the tooth-space section thru/or the phase-shifter section in every other piece may be etched and the phase contrast in the exposure light between adjoining tooth spaces may become 180 degrees as mentioned above, however -- therefore, a difference will arise about transmitted light reinforcement between the etched part and the part which is not so, and variation of tolerance will produce the pattern imprinted using such a photo mask to both adjoining patterns.

[0005] This invention is made in view of the above troubles, and the purpose is canceling the variation of tolerance between patterns which the pattern imprinted using the phase shift photo mask, especially the bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type adjoins.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Then, this invention is the quartz substrate section of a phase shift photo mask, or SiO₂. By etching with the steam of the solution which uses hydrogen fluoride as a principal component, the phase-shifter section of a system An overhanging configuration is given to the quartz substrate 1 of the tooth-space section of the protection-from-light layer 2, or the cross section of a phase shifter 5, the transmitted light difference on the strength between ***** tooth spaces is reduced, and it is characterized by canceling the variation of tolerance between the imprinted patterns as a result as shown in drawing 1 (b) and drawing 2 (b).

[0007] Namely, drawing 1 (a) is the REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask shown in drawing 6 (a), and if this photo mask is processed with the steam of the solution which uses hydrogen fluoride as a principal component, as shown in drawing 1 (b) The part which the quartz substrate 1 under it already carved through opening (tooth-space section) of the protection-from-light layer 2, and the part which has not been carved are etched into the method of **, and an etching part becomes an overhang configuration in a cross section. Moreover, drawing 2 (a) is the bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type shown in drawing 6 (b), and if this photo mask is processed with the steam of the solution which uses hydrogen fluoride as a principal component, as shown in drawing 2 (b) The part which the phase-shifter layer 5 under it still carves through opening (tooth-space section) of the protection-from-light layer 2 is etched into the method of **. Although it is not etched since the already carved part has the etching stop layer 4 below, it is etched into a longitudinal direction and any etching part becomes an overhang configuration in a cross section.

[0008] Thus, by making into an overhang configuration the part (tooth-space sections 3 and 6 in every other piece of drawing 6 (a) and (b)) already carved especially In order that the component which are scattered about with the surrounding wall of the part which the quartz substrate 1 or the phase-shifter layer 5 carved, and cannot pass opening of the protection-from-light layer 2 may decrease, the transmitted light difference on the strength between the ***** tooth spaces of the protection-from-light layer 2 will decrease.

[0009] In the approach of amending a transmitted light difference on the strength, they are a quartz substrate or SiO₂ besides this invention by making it take the above overhang configurations. How to carry out wet etching of the phase-shifter section of a system can be considered. Unlike dry etching, since wet etching is isotropic etching, it becomes possible [giving the above overhanging configurations]. However, a quartz substrate or SiO₂ Fluoric acid, a fluoric acid interference solution, or heat alkali is usually used for the wet etching of the phase-shifter section of a system at etchant. However, the solution and heat alkali of a fluoric acid system are very dangerous, and need sufficient knowledge and sufficient cautions for handling. Moreover, especially fluoric acid also need an exclusion facility. Since it is limited production with a wide variety in the case of a photo mask, it does not become Rhine of consistent full auto like a chip fabrication factory, but there is a big obstruction in dealing with chemicals, such as fluoric acid.

[0010] However, a fluoric acid steam is introduced into a chamber, by the approach of processing under reduced pressure, processing of a solution is unnecessary and the steam and resultant are exhausted through a simple exclusion facility by the vacuum pump. Therefore, people do not need to carry a dangerous solution and it is safe.

[0011] In addition, as a phase shift photo mask which gives an overhang configuration, you may be which [besides the REBENSON type phase shift photo mask of drawing 6 / well-known] phase shift photo mask.

[0012] In addition, if it etches by the system which added the steam with the fluoric acid steam, an etching rate will improve. Moreover, control of an etching rate becomes easy by processing under reduced pressure.

[0013] Moreover, SiO₂ As for the REBENSON type phase shift photo mask which has a system phase-shifter layer, it is desirable to have an etching stopper layer at the time of carrying out dry etching of the phase-shifter layer.

[0014] As mentioned above, the glass section or the phase-shifter section of a photo mask is etched by the steam of the solution which uses a fluororic acid steam or fluororic acid as a principal component, and the photo mask of this invention is characterized by having the configuration where the cross section of the etching section overhung so that clearly.

[0015] In this case, it is desirable for the glass section or the phase-shifter section of a photo mask to be etched by the system which added the steam, and having been processed under reduced pressure is desirable.

[0016] Moreover, a photo mask is a phase photo mask and it is a REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask and SiO₂ in that case. There is a bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type which uses a system ingredient as a phase-shifter layer. In the case of the latter, it is SiO₂. In case a system phase-shifter layer is etched, it is desirable to hold a high selection ratio with a lower layer, and to be etched.

[0017] The manufacture approach of the photo mask of this invention is an approach characterized by giving the configuration where it overhung in the cross section of the etching section by etching the glass section or the phase-shifter section of a photo mask with the steam of the solution which uses a fluororic acid steam or fluororic acid as a principal component.

[0018] In this case, it is desirable to etch the glass section or the phase-shifter section of a photo mask by the system which added the steam, and processing under reduced pressure is desirable.

[0019] Moreover, a photo mask is a phase shift photo mask, and is a REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask and SiO₂ in that case. There is a bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type which uses a system ingredient as a phase-shifter layer. In the case of the latter, it is SiO₂. In case a system phase-shifter layer is etched, it is desirable that it is made to realize a high selection ratio with a lower layer.

[0020] In the manufacture approach of the photo mask of the above this invention, and a photo mask, by carry out isotropic etching of the quartz substrate section or the phase shifter section which be a transparence substrate with the steam of the solution which use a fluororic acid steam or fluororic acid as a principal component, an overhanging configuration be give to a cross section; it be possible to reduce the transmitted light difference on the strength between the ***** tooth spaces of a protection from light layer, and a highly precise photo mask can be offer.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of the manufacture approach of the photo mask of this invention and a photo mask is explained.

[Example 1] This example is an example which performed etching by the fluororic acid steam to i line REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask which etched the tooth-space section in every other piece of the photo mask with which the pattern of chrome oxide and chromium 2 (110nm thickness) was prepared on the quartz substrate 1, and prepared the overhanging configuration in the quartz substrate etching section, as show in drawing 1.

[0022] The patterns on a reticle are 2 chip configurations of 64MbDRAM(s), and an application layer is the bit line. Novolak system POJIREJISUTO EBR 900 (Toray Industries, Inc.) was used for the resist of photo-mask BURANKUSU. A REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask Photo-mask BURANKUSU is drawn by EB drawing equipment MEBES-IV (ETEC SYSTEM). Develop negatives with an inorganic alkali developer and wet etching is performed for the chromic oxide and chromium of the opening. Then, after carrying out frilling of the resist, applying the same resist again after washing and carrying out alignment drawing with laser drawing equipment CORE2564 (ETEC SYSTEM), It is CF₄ about the phase-shifter section which developed with the inorganic alkali developer and carried out opening. After carrying out dry etching using gas, frilling of the resist was carried out, it was washed and the REBENSON type quartz substrate engraving lump mold phase shift photo mask as shown in drawing 1 (a) was produced. Then, when imprint simulation microscope MPM-100 (curl TSUAISU) estimated the transmitted light reinforcement in exposure light, it became optical reinforcement like drawing 3. In addition, drawing 4 shows the pattern of the photo mask at the time of

carrying out the above-mentioned evaluation, it is the pattern which etched the tooth-space section of seven Rhine - and - tooth spaces by turns, and among drawing, the tooth-space section usual in seven and 8 are the tooth-space sections which carried out dry etching of the quartz substrate section, and small one is known compared with the part which the optical reinforcement of the part which etched the quartz substrate section is not etching.

[0023] Then, it aims at making the above-mentioned phase shift photo mask overhang about 0.1 micrometers using the mixture of gas of a fluoric acid steam and a steam. After processing for 1 minute by under [of about 600Pa] a reduced pressure condition whenever [chamber internal temperature / of about 25 degrees C], when it took out from the etching system and optical reinforcement was measured again, it became like drawing 5 and it was checked that the optical reinforcement of the part which etched the quartz substrate section had been recovered by this invention.

[0024] In addition, although the whole quartz substrate section by which opening was carried out will be etched in this example, since it is not concerned with the existence of the dry etching of the quartz substrate section but is etched into homogeneity, phase contrast is not affected.

[0025] [Example 2] This example is an example which performed etching by the fluoric acid steam to the bottom shifter mold phase shift photo mask of i line REBENSON type of the three-tiered structure of the chrome oxide and chromium 2 (110nm thickness) on the quartz substrate 1, the SOG (spin-on glass) phase shifter 5 (480nm thickness), and the hafnia etching stopper 4 (5nm), and adjusted phase contrast to it, as shown in drawing 2.

[0026] The patterns on a reticle are 2 chip configurations of 64MbDRAM(s), and an application layer is a WORD line. Novolak system POJIREJISUTO EBR 900 (Toray Industries, Inc.) was used for the resist of photo-mask BURANKUSU. The bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type Photo-mask BURANKUSU is drawn by EB drawing equipment MEBES-IV (ETEC SYSTEM). Develop negatives with an inorganic alkali developer and wet etching is performed for the chromic oxide and chromium of the opening. Then, after carrying out frilling of the resist, applying the same resist again after washing and carrying out alignment drawing with laser drawing equipment CORE2564 (ETEC SYSTEM), It is CF4 about the phase-shifter section which developed with the inorganic alkali developer and carried out opening. After carrying out dry etching using gas, frilling of the resist was carried out, it was washed and the bottom shifter mold phase shift photo mask of a REBENSON type as shown in drawing 2 (a) was produced. Then, when imprint simulation microscope MPM-100 (curl TSUAISU) estimated the transmitted light reinforcement in exposure light, the fall of the optical reinforcement of a phase-shifter etching part was checked like the example 1.

[0027] Then, it aims at making the above-mentioned phase shift photo mask overhang about 0.1 micrometers using the mixture of gas of a fluoric acid steam and a steam. After processing for 1 minute by under [of about 600Pa] a reduced pressure condition whenever [chamber internal temperature / of about 25 degrees C], when it took out from the etching system and optical reinforcement was measured again, the optical reinforcement of the part which etched the phase shifter was recovered similarly, and the effectiveness of this invention was checked.

[0028] In addition, by etching by this example, since the selection ratio with the etching stop layer which is the substrate of a phase shifter is very large, as it is shown in drawing 2 (b), the part which the phase shifter 5 under it still carves through opening of the protection-from-light layer 2 is etched into the method of **, and since there is an etching stop layer 4 below, the already carved part is not etched. Therefore, it is necessary to adjust the thickness of a phase shifter 5 in consideration of the amount of etching by the fluoric acid steam.

[0029]

[Effect of the Invention] According to the manufacture approach of the photo mask of this invention, and a photo mask, by etch under reduced pressure using the mixture of gas of a fluoric acid steam or a fluoric acid steam, and a steam, the configuration of the part which a quartz substrate or the phase shifter section etched be make into an overhanging configuration, and it become possible to cancel reduction of optical reinforcement and to abolish the variation of tolerance of the imprinted pattern so that clearly from the above explanation.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-104816

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

A

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

21/3065

5 2 8

21/302

F

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-256560

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月27日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 横山寿文

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号大

日本印刷株式会社内

(72) 発明者 松本真佐美

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号大

日本印刷株式会社内

(72) 発明者 宮下裕之

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号大

日本印刷株式会社内

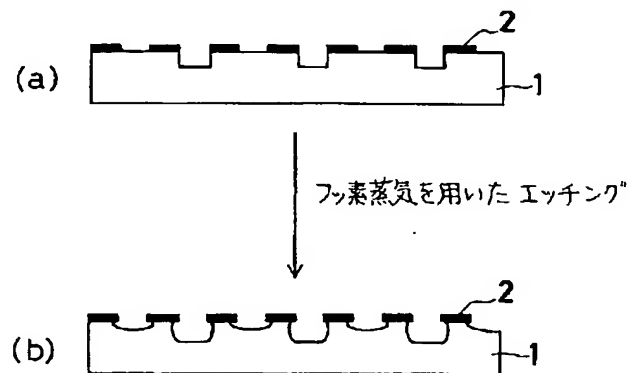
(74) 代理人 弁理士 韭澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 フォトマスク及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 特にレベンソンタイプ下シフター型位相シフトフォトマスクを用いて転写されたパターンの隣接するパターン相互の寸法差を解消する。

【解決手段】 フッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により、フォトマスクのガラス部1又は位相シフター部をエッチングすることにより、エッチング部の断面にオーバーハングした形状を持たせる。フォトマスクとしては、レベンソンタイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスク、下シフター型位相シフトフォトマスクに適用可能であり、すでに彫り込んだ部分のスペース部をオーバーハング形状とすることにより、その周辺の壁により散乱されて遮光層2の開口を通過できない成分が減少するため、遮光層2の隣合ったスペース間の透過光強度差が低減することになる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により、フォトマスクのガラス部又は位相シフター部がエッチングされ、エッチング部の断面がオーバーハングした形状を有していることを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】 請求項1において、水蒸気を添加した系によりフォトマスクのガラス部又は位相シフター部がエッチングされていることを特徴とするフォトマスク。

【請求項3】 請求項1において、減圧下で処理されたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項4】 請求項1において、位相フォトマスクであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項5】 請求項4において、前記位相シフトフォトマスクが、レベンソントイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項6】 請求項4において、前記位相シフトフォトマスクが、 SiO_2 系材料を位相シフター層とするレベンソントイプ下シフター型位相シフトフォトマスクであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項7】 請求項6において、 SiO_2 系位相シフター層をエッチングする際に、下層との高選択比を保持してエッチングされたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項8】 フッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により、フォトマスクのガラス部又は位相シフター部をエッチングすることにより、エッチング部の断面にオーバーハングした形状を持たせることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項9】 請求項8において、水蒸気を添加した系によりフォトマスクのガラス部又は位相シフター部をエッチングすることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項10】 請求項8において、減圧下で処理することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項11】 請求項8において、フォトマスクが位相シフトフォトマスクであることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項12】 請求項11において、前記位相シフトフォトマスクが、レベンソントイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクであることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項13】 請求項11において、前記位相シフトフォトマスクが、 SiO_2 系材料を位相シフター層とするレベンソントイプ下シフター型位相シフトフォトマスクであることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項14】 請求項13において、 SiO_2 系位相シフター層をエッチングする際に、下層との高選択比を実現するようにしたことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトマスク及びその製造方法に関し、特に、HF（フッ酸）蒸気によりガラス部又は位相シフター部をエッチングすることにより、断面にオーバーハングした形状を持たせ、石英基板部ないし位相シフター部をドライエッチングした部位の透過光量を調整するフォトマスク及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の高集積化に伴い、その回路製版に用いられるレチクルにも一層微細化が要求される。例えば、代表的なLSIであるDRAMを例にあげると、これらのレチクルを用いて転写されるデバイスのパターンの線幅は、現在の16MbDRAMでは $0.5\mu\text{m}$ と微細なものである。さらに、64MbDRAMの微細な製版には、従来のステッパーを用いた露光方式では最早限界にきており、このような要求に応えるために様々な露光法等が研究されている。位相シフトフォトマスクもその一つであり、それを用いると、現在のステッパーによっても解像度を上げることが可能なため、その開発も盛んになっており、最近では、デバイス作製に導入されつつある。

【0003】位相シフトフォトマスクとしては、図6

(a)に断面図を示す通り、石英基板1上に繰り返し模様の遮光層2を設け、1個おきのスペース部3の透明基板1を位相差で半波長分彫り込んだ構成の、レベンソントイプの下シフター型に属する石英基板彫り込み型の位相シフトフォトマスク（特開昭62-189468号）、あるいは、図6（b）に断面図を示すように、石英基板1上にエッチングストップ層4、 SiO_2 系等の位相シフター層5、さらにその上に繰り返し模様の遮光層2を設け、1個おきのスペース部6の位相シフター層5を彫り込んだ構成の、レベンソントイプの下シフター型位相シフトフォトマスク等の開発が行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、レベンソントイプの下シフター型の位相シフトフォトマスクの場合、前述のように、1個おきのスペース部の石英基板ないし位相シフター部をエッチングして、隣接するスペース間の露光光での位相差が 180° になるように設計されている。しかし、そのため、エッチングした部位とそうでない部位との間に透過光強度に差が生じてしまい、このようなフォトマスクを用いて転写されたパターンは隣接するパターン相互に寸法差が生じてしまう。

【0005】本発明は以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、位相シフトフォトマスク、特にレベンソントイプ下シフター型位相シフトフォトマスクを用いて転写されたパターンの隣接するパターン相互の寸法差を解消することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は位相シフトフォトマスクの石英基板部ないしは SiO_2 系の位相シフター部をフッ化水素を主成分とする溶液の蒸気によりエッチングすることにより、図 1 (b)、図 2

(b) に示す通り、遮光層 2 のスペース部の石英基板 1 又は位相シフター 5 の断面にオーバーハング形状を持たせ、隣合ったスペース間の透過光強度差を低減し、結果として、転写されたパターン間の寸法差を解消することを特徴とするものである。

【0007】すなわち、図 1 (a) は、図 6 (a) に示したレベンソントype石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクであり、このフォトマスクをフッ化水素を主成分とする溶液の蒸気により処理すると、図 1 (b) に示すように、遮光層 2 の開口 (スペース部) を介してその下の石英基板 1 のすでに彫り込んだ部分も彫り込んでいない部分も等方にエッチングされ、エッチング部分が断面でオーバーハング形状になる。また、図 2 (a) は、図 6 (b) に示したレベンソントype下シフター型位相シフトフォトマスクであり、このフォトマスクをフッ化水素を主成分とする溶液の蒸気により処理すると、図 2 (b) に示すように、遮光層 2 の開口 (スペース部) を介してその下の位相シフター層 5 の未だ彫り込んでいない部分は等方にエッチングされ、すでに彫り込んだ部分は下方へはエッチングストップ層 4 があるためエッチングされないが、横方向にはエッチングされ、何れのエッチング部分も断面でオーバーハング形状になる。

【0008】このように、特にすでに彫り込んだ部分 (図 6 (a)、(b) の 1 個おきのスペース部 3、6) をオーバーハング形状とすることにより、石英基板 1 ないしは位相シフター層 5 の彫り込んだ部分の周辺の壁により散乱されて遮光層 2 の開口を通過できない成分が減少するため、遮光層 2 の隣合ったスペース間の透過光強度差が低減することになるものである。

【0009】上記のようなオーバーハング形状をとらせることにより透過光強度差を補正する方法には、本発明の他に、石英基板ないしは SiO_2 系の位相シフター部をウェットエッチングする方法が考えられる。ウェットエッチングは、ドライエッチングと違い、等方性エッチングであるため、前述のようなオーバーハング形状を持たせることが可能となる。しかし、石英基板ないしは SiO_2 系の位相シフター部のウェットエッチングには、通常、フッ酸又はフッ酸干渉溶液又は熱アルカリをエッチャントに使用する。しかし、フッ酸系の溶液及び熱アルカリは非常に危険であり、取り扱いには十分な知識と注意が必要である。その上、特にフッ酸は除外設備も必要である。フォトマスクの場合、多品種少量生産であるため、半導体工場のような一貫したフルオートラインにはなっておらず、フッ酸等の薬品を取り扱うのには大きな障壁がある。

【0010】しかし、フッ酸蒸気をチャンバに導入し、減圧下で処理する方法では、溶液の処理は不要であり、その蒸気と反応生成物は真空ポンプにより簡易な除外設備を通して排気される。そのため、危険な溶液を人が扱う必要もなく安全である。

【0011】なお、オーバーハング形状を持たせる位相シフトフォトマスクとしては、図 6 のレベンソントype位相シフトフォトマスクの他、公知の何れの位相シフトフォトマスクであってもよい。

【0012】なお、フッ酸蒸気に水蒸気を添加した系によりエッチングすると、エッチングレートが向上する。また、減圧下で処理することにより、エッチングレートの制御が容易になる。

【0013】また、 SiO_2 系位相シフター層を有するレベンソントype位相シフトフォトマスクは、位相シフター層をドライエッチングする際のエッチングストップ層を有することが望ましい。

【0014】以上から明らかなように、本発明のフォトマスクは、フッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により、フォトマスクのガラス部又は位相シフター部がエッチングされ、エッチング部の断面がオーバーハングした形状を有していることを特徴とするものである。

【0015】この場合、水蒸気を添加した系によりフォトマスクのガラス部又は位相シフター部がエッチングされていることが望ましく、また、減圧下で処理されたことが望ましい。

【0016】また、フォトマスクが位相フォトマスクであり、その場合、レベンソントype石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスク、 SiO_2 系材料を位相シフター層とするレベンソントype下シフター型位相シフトフォトマスクがある。後者の場合、 SiO_2 系位相シフター層をエッチングする際に、下層との高選択比を保持してエッチングされたものであることが望ましい。

【0017】本発明のフォトマスクの製造方法は、フッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により、フォトマスクのガラス部又は位相シフター部をエッチングすることにより、エッチング部の断面にオーバーハングした形状を持たせることを特徴とする方法である。

【0018】この場合、水蒸気を添加した系によりフォトマスクのガラス部又は位相シフター部をエッチングすることが望ましく、また、減圧下で処理することが望ましい。

【0019】また、フォトマスクは位相シフトフォトマスクであり、その場合、レベンソントype石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスク、 SiO_2 系材料を位相シフター層とするレベンソントype下シフター型位相シフトフォトマスクがある。後者の場合、 SiO_2 系位相シフター層をエッチングする際に、下層との高選択比を実現するようにすることが望ましい。

【0020】以上の本発明のフォトマスク、フォトマスクの製造方法において、透明基板である石英基板部あるいは位相シフター部をフッ酸蒸気又はフッ酸を主成分とする溶液の蒸気により等方エッチングすることにより、断面にオーバハング形状を持たせて、遮光層の隣合ったスペース間の透過光強度差を低減することが可能で、高精度のフォトマスクを提供することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明のフォトマスク、フォトマスクの製造方法の実施例について説明する。

【実施例1】この実施例は、図1に示すように、石英基板1上に酸化クロム及びクロム2（110nm厚）のパターンが設けられたフォトマスクの1個おきのスペース部をエッチングしたi線レベンソソタイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクにフッ酸蒸気によるエッチングを施し、石英基板エッチング部にオーバハング形状を設けた例である。

【0022】レチクル上のパターンは64MbDRAMの2チップ構成であり、適用レイヤーはビットラインである。フォトマスクブランクスレジストには、ノボラック系ポジレジストEBR900（東レ（株））を用いた。レベンソソタイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクは、フォトマスクブランクスをEB描画装置MEBES-IV（ETEC SYSTEM社）で描画し、無機アルカリ現像液で現像し、その開口部の酸化クロム及びクロムをウェットエッチングを行い、その後、レジストを剥膜し、洗浄後、再度同じレジストを塗布し、レーザ描画装置CORE2564（ETEC SYSTEM社）でアライメント描画した後、無機アルカリ現像液で現像し、開口した位相シフター部をCF₄ガスを用いてドライエッチングした後、レジストを剥膜し、洗浄して、図1（a）に示すようなレベンソソタイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクを作製した。その後、露光光での透過光強度を、転写シミュレーション顕微鏡MPM-100（カールツァイス社）で評価したところ、図3のような光強度となった。なお、図4は、上記の評価をした際のフォトマスクのパターンを示しており、7本のライン・アンド・スペースのスペース部を交互にエッチングしたパターンであり、図中、7は通常のスペース部、8は石英基板部をドライエッチングしたスペース部であり、石英基板部をエッチングした部位の光強度がエッチングしていない部分と比べて小さいのが分かる。

【0023】そこで、上記の位相シフトフォトマスクをフッ酸蒸気及び水蒸気の混合気体を用いて、約0.1μmオーバハングさせることを目指して、約600Paの減圧条件下及び約25℃のチャンバ内温度にて1分間処理した後、エッチング装置から取り出し、再度光強度を測定したところ、図5のようになり、本発明により、石英基板部をエッチングした部位の光強度が回復したこと

が確認された。

【0024】なお、本実施例では、開口された石英基板部全体をエッチングしてしまうが、石英基板部のドライエッチングの有無に関わらず均一にエッチングされるため、位相差に影響を与えることはない。

【0025】【実施例2】この実施例は、図2に示すように、石英基板1上の、酸化クロム及びクロム2（110nm厚）、SOG（スピン・オン・ガラス）位相シフター5（480nm厚）、ハフニアエッチングストップ4（5nm）の3層構造のi線レベンソソタイプ下シフター型位相シフトフォトマスクに、フッ酸蒸気によるエッチングを施し、位相差を調整した例である。

【0026】レチクル上のパターンは64MbDRAMの2チップ構成であり、適用レイヤーはワードラインである。フォトマスクブランクスレジストには、ノボラック系ポジレジストEBR900（東レ（株））を用いた。レベンソソタイプ下シフター型位相シフトフォトマスクは、フォトマスクブランクスをEB描画装置MEBES-IV（ETEC SYSTEM社）で描画し、無機アルカリ現像液で現像し、その開口部の酸化クロム及びクロムをウェットエッチングを行い、その後、レジストを剥膜し、洗浄後、再度同じレジストを塗布し、レーザ描画装置CORE2564（ETEC SYSTEM社）でアライメント描画した後、無機アルカリ現像液で現像し、開口した位相シフター部をCF₄ガスを用いてドライエッチングした後、レジストを剥膜し、洗浄して、図2（a）に示すようなレベンソソタイプ下シフター型位相シフトフォトマスクを作製した。その後、露光光での透過光強度を、転写シミュレーション顕微鏡MPM-100（カールツァイス社）で評価したところ、実施例1と同様に、位相シフターエッチング部位の光強度の低下が確認された。

【0027】そこで、上記の位相シフトフォトマスクをフッ酸蒸気及び水蒸気の混合気体を用いて、約0.1μmオーバハングさせることを目指して、約600Paの減圧条件下及び約25℃のチャンバ内温度にて1分間処理した後、エッチング装置から取り出し、再度光強度を測定したところ、同様に、位相シフターをエッチングした部位の光強度が回復し、本発明の効果が確認された。

【0028】なお、本実施例によるエッチングでは、位相シフターの下地であるエッチングストップ層との選択比が非常に大きいため、図2（b）に示すように、遮光層2の開口を介してその下の位相シフター5の未だ彫り込んでいない部分は等方にエッチングされ、すでに彫り込んだ部分は下方へはエッチングストップ層4があるためエッチングされない。したがって、フッ酸蒸気によるエッチング量を考慮して位相シフター5の膜厚を調整しておく必要がある。

【0029】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明

のフォトマスク及びフォトマスクの製造方法によると、フッ酸蒸気又はフッ酸蒸気と水蒸気の混合気体を用いて減圧下でエッチングすることにより、石英基板ないしは位相シフター部のエッチングした部位の形状をオーバハング形状にし、光強度の低減を解消して、転写されたパターンの寸法差をなくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によりレベンソンタイプ石英基板彫り込み型位相シフトフォトマスクの隣合ったスペース間の透過光強度差を低減する工程を説明するための断面図である。

【図 2】 本発明によりレベンソンタイプ下シフター型位相シフトフォトマスクの隣合ったスペース間の透過光強度差を低減する工程を説明するための断面図である。

【図 3】 実施例 1 の透過光強度差調整前の透過光強度を

示す図である。

【図 4】 実施例 1 のフォトマスクのパターンを示す図である。

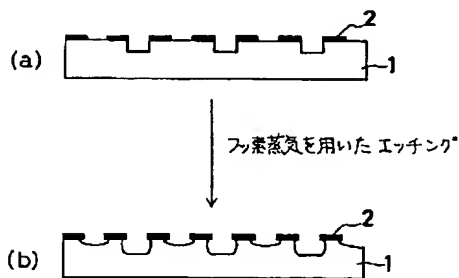
【図 5】 実施例 1 の透過光強度差調整後の透過光強度を示す図である。

【図 6】 本発明が適用可能ないくつかの位相シフトフォトマスクの断面図である。

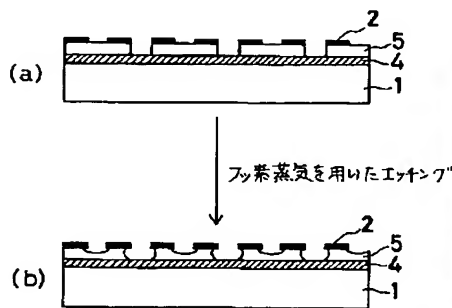
【符号の説明】

- 1 … 石英基板
- 2 … 遮光層
- 4 … エッチングストップ層
- 5 … 位相シフター層
- 7 … 通常のスペース部
- 8 … 石英基板部をドライエッチングしたスペース部

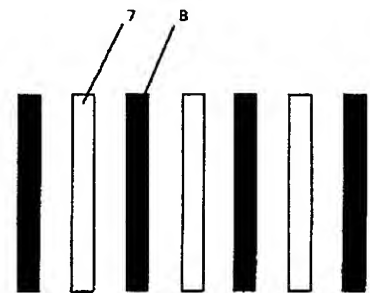
【図 1】



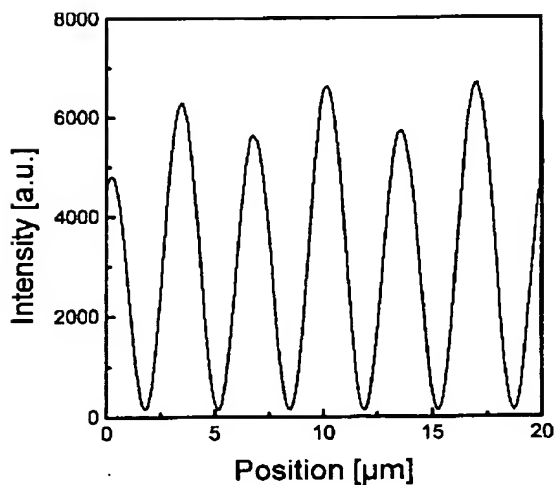
【図 2】



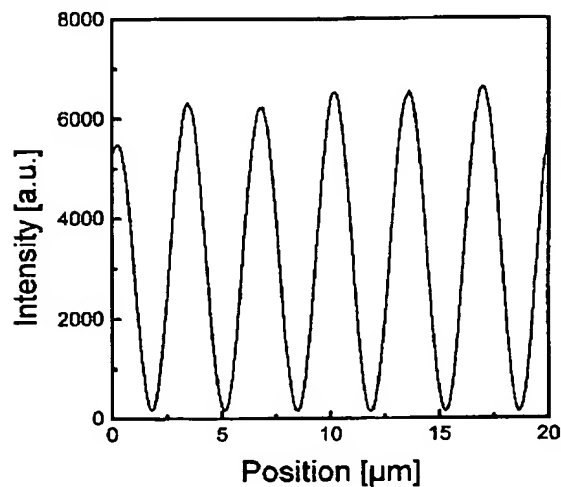
【図 4】



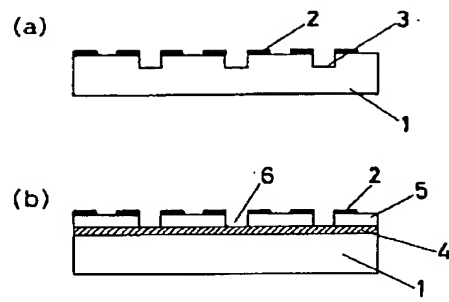
【図 3】



【図 5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.